

ANALISA PELAT PENGHUBUNG PENDEK PADA PIFA UNTUK ANTENA MIMO PADA FREKUENSI 2300 MHz –2400 MHz

ANALYSIS OF SHORTING PLATE CIRCUIT ON PIFA FOR MIMO ANTENNAS AT FREQUENCY 2300 MHz-2400 MHz

Eka Setia Nugraha¹, Heroe Wijanto²,

¹Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Sekolah Tinggi
Teknologi Telematika Telkom Purwokerto

² Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹eka_nugraha@st3telkom.ac.id, ²hrw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PIFA (Planar Inverted F Antennas) merupakan salah satu model antenna yang banyak digunakan untuk antenna *microstrip* terutama untuk handset mobile seperti *Handphone* dan *Modem*. Antena *microstrip* banyak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya: *low-profile*, ringan dan mudah fabrikasi. Tujuan penelitian ini menganalisa pengaruh *shorting plate circuit* terhadap antenna *Microstrip* yang bekerja pada sistem MIMO. Simulasi mengenai desain antenna dibuat sesuai dengan parameter dan rumus yang sudah ada. Dalam Penelitian ini melihat pengaruh dimensi antenna dengan *shorting plate* berbeda. Dengan Parameter yang dilihat adalah *cross correlation*, Parameter S dan *Gain Diversity*

Kata kunci : PIFA, Shortingplate, Microstrip

Abstract

PIFA (Planar Inverted F Antennas) is one model that is widely used antennas for microstrip antenna especially for mobile handsets such as mobile phones and modems. Microstrip antenna is used because it has advantages : low-profile, lightweight, and easy fabrication. The purpose of this study to analyze the effect of shorting circuit plate for Microstrip MIMO antenna. Simulating the antenna design is made in accordance with the parameters and formulas that already exist. In this study see the Correlation the dimensions shorting plate to MIMO antenna. The parameters analyze is cross correlation, parameter S and Gain Diversity.

Keywords: PIFA, Shortingplate, Microstrip

1. PENDAHULUAN

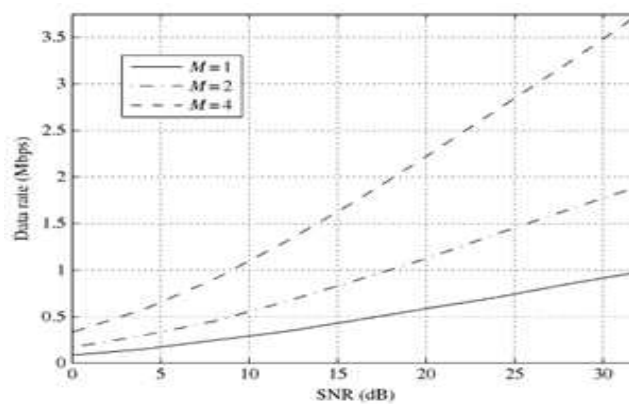
Komunikasi wireless berkembang sangat pesat saat ini, hal ini terjadi karena mulai makin berkembangnya kebutuhan akan komunikasi. Terutama media komunikasi yang variasinya makin banyak, tidak cukup hanya voice yang berupa telephone namun juga data yang berupa sms dan data. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dimanfaatkanlah suatu system komunikasi MIMO (Multi Input Multi Output) yang mampu meningkatkan kapasitas kanal, dengan memanfaatkan juga sinyal multipath. Fokus dari teknologi ini adalah untuk mendapatkan dimensi antenna yang kecil, ringan, dan mudah dalam produksinya, sehingga dalam perancangan ditekankan pada dimensi antenna yang kecil yang mendekati dimensi modem yang sudah ada saat ini. Dengan bentuk yang sederhana, patch antenna memiliki keunggulan yang tidak dimiliki antenna pada umumnya yaitu sangat Low Profile, sederhana, murah, dapat diproduksi dengan teknologi modern (Printed Circuit

Board) yang kompatibel dengan microwave dan milimeter wave integrated circuit. Mikrostrip dapat diaplikasikan pada permukaan Planar maupun non planar. Secara mekanik sebuah patch mikrostrip antenna tahan goncanaan dan tekanan karena antenna ini berada pada sebuah substrate yang solid. PIFA merupakan salah satu metode untuk mengaplikasikan mikrostrip antenna untuk handset yang mampu bekerja pada kondisi tidak hanya diam pada suatu tempat.

2. DASAR TEORI

2.1 MIMO (*Multi Input Multi Output*)

MIMO (Multiple Input Multiple Output) adalah suatu sistem komunikasi yang menggunakan multi antenna di pemancar ataupun di penerima. Keuntungan menggunakan sistem ini dapat terlihat dari grafik berikut



Gambar 1 Grafik yang menghubungkan antara jumlah antenna, SNR (dB), dan data rate dengan menggunakan sistem MIMO [6].

Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin banyak antenna yang digunakan maka dengan SNR (*Signal to Noise Ratio*) yang sama dapat menghasilkan *data rate* atau kecepatan transfer data yang lebih besar [6].

2.2 Mikrostrip Antena

Secara konvensional mikrostrip antenna terdiri dari sepasang konduktor yang dipisahkan oleh media dielektrik yang disebut dengan substrat. Konduktor bagian atas yang disebut dengan “patch” adalah pusat dari pancaran gelombang elektromagnetik dirambatkan ke substrat lewat pinggiran permukaan patch. Sedangkan Konduktor bagian bawahnya sebagai groundplane secara sempurna memantulkan secara sempurna sinyal, dan memantulkan energi menembus substrat ke ruang bebas. Secara umum, patch dari antenna Mikrostrip memiliki ketebalan sangat tipis antara $t \ll \lambda_0$ (dimana λ_0 adalah panjang gelombang ruang bebas) dan tinggi bahan dielektrik h antara $0.003\lambda_0 < h < 0.05\lambda_0$. untuk rectangular path, panjang L biasanya $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$. ada beberapa jenis substrat yang dapat dipakai untuk membuat antenna mikrostrip, dan konstanta dielektriknya berada diantara $2.2 < \epsilon_r < 12$, dimana ϵ_r adalah konstanta dielektrik relatif. Jumlah fringing dari antenna adalah fungsi dari dimensi dari patch dan tinggi dari substrat. Dimana fringing medan listrik bergerak pada bahan non-homogeneous, khusus substrat dan udara, disebut konstanta dielektrik efektif ϵ_{reff} . Untuk medan listrik dengan udara diatas substrat, konstanta dielektrik efektifnya memiliki nilai antara

$1 < \epsilon_{\text{reff}} < \epsilon_r$. Untuk radiasi efisiennya, dengan lebar W nya adalah by Bahl and Bhartia [1] sebagai berikut

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (1)$$

Hubungan Lebar (W) tinggi (h) Konstanta dielektrik efektif ϵ_{reff} , dan konstanta dielektrik dari substrat ϵ_r adalah sebagai berikut [2][3].

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Fungsi normalisasi panjang L [3].

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (3)$$

Panjang efektif patch ditambah dengan ΔL pada semua sisi, panjang efektif patch ditunjukkan dengan:

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} \quad (4)$$

Setelah menganalisa dan ditentukan dimensi antena mikrostrip rectangular (persegi), Lebar W dan Panjang L , bentuk patch sesuai [1] .

$$L = L_{\text{eff}} - 2\Delta L \quad (5)$$

Model transmission line model dapat diaplikasikan pada kondisi hanya infinite groundplane. kadang, pada kondisi prakteknya terjadi kondisi groundplane yang terbatas. Hasilnya simulasi hampir sama antara infinite maupun fininiter, ketika ukuran groundplane enam kali tebal substrat.

$$Lg = 6h + L \quad (6)$$

$$Wg = 6h + W \quad (7)$$

Sesuai dengan persamaan diatas maka dibuat desain model antena mikrostrip rectangular.

2.3 PIFA (Planar Inverted F Antenna)

Antena *Planar Inverted F* (PIFA) merupakan antena yang memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan antena mikrostrip segi empat biasa dengan dimensi $\lambda/2$, PIFA hanya memiliki dimensi sebesar $\lambda/4$. Antena ini sangat cocok untuk diimplementasikan pada perangkat-perangkat yang berukuran kecil karena tidak akan memakan banyak ruang. Karena ukurannya yang kecil, PIFA biasanya digunakan sebagai antenna internal pada ponsel. Keuntungan utama lainnya adalah fabrikasi mudah, biaya produksi yang rendah, dan struktur yang sederhana.

Frekuensi resonansi tergantung pada lebar PIFA [4] , dimana ada beberapa kondisi maksimum efisiensi radiasi. Jika lebar shorting plate = Lebar patch mikrostrip antenna, maka panjang patch adalah sebesar $\frac{\lambda}{4}$

$$\text{Jika } L_p = W \rightarrow L = \frac{\lambda}{4} \quad (8)$$

L_p = Lebar PIFA

Namun jika L_p diasumsikan 0, maka persamaan menjadi.

$$\text{Jika } L_p = 0 \rightarrow L + W = \frac{\lambda}{4} \quad (9)$$

Secara umum persamaan tersebut PIFA menjadi

$$P + W - D = \frac{\lambda}{4} \quad (10)$$

2.4 Antena MIMO

Antena MIMO sebagai bentuk multiantena, syarat antar antena harus independen, antena yang independen yang optimal adalah antena memiliki nilai cross correlation antar antena maksimal 0,2. Dimana dengan nilai *Cross Correlation* mendekati 0 maka semakin identik pola sinyalnya dan semakin mendekati 1 maka semakin tidak ada korelasi [4]. Semakin kecil nilai *cross correlation*, maka nilai *diversity gain* semakin bagus. Yang paling menentukan nilai *Cross correlation* adalah S_{21} .

$$\rho_e = \frac{|S_{11}^* S_{12} + S_{21}^* S_{22}|^2}{(1 - (|S_{11}|^2 + |S_{21}|^2))(1 - (|S_{22}|^2 + |S_{12}|^2))} \quad (11)$$

$$G_{app} = 10 \cdot \sqrt{1 - |\rho|^2} \quad (12)$$

3. DESAIN

Sesuai dengan prosedur membuat desain kebutuhan antena, terutama antena mikrostrip fokus pada frekuensi resonansi, ketebalan dan konstanta dielektrik substrat merupakan awal yang ditentukan untuk menentukan dimensi antena rectangular. Selanjutnya setelah dimensi antena didapatkan, adalah dengan memodelkan antena secara MIMO, secara konvensional jarak antar antena sebesar $\frac{\lambda}{2}$ menjadi syarat yang diperhitungkan dalam menentukan dimensi antena MIMO.

Secara dimensi jika menggunakan $\frac{\lambda}{4}$ antena terdapat perbedaan 50 %, atau mengurangi dimensi dari antena yang dibuat. Selanjutnya dilakukan simulasi.

Tabel 1. dimensi ukuran antena

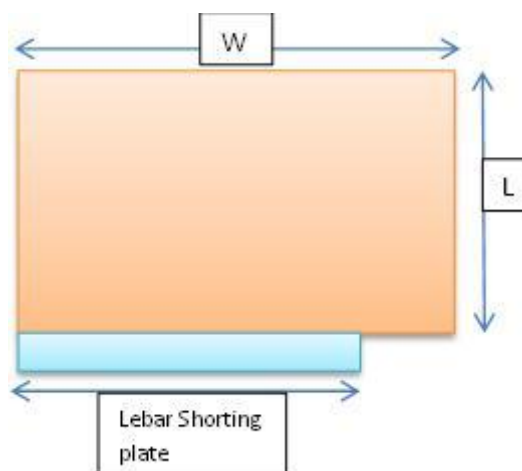
Panjang gelombang(λ)	ϵ_r	Material	L (cm)	W (cm)	Shortingplate (cm)
$\frac{\lambda}{2}$	4.4	FR4_epoxy	3.01	3.88	3.707
$\frac{\lambda}{4}$	4.4	FR4_epoxy	1.57	1.94	0.324

Dari hasil perhitungan dimensi antenna rektangular kemudian menghitung shorting plate dari PIFA maka diperoleh nilai 3.707 cm.

Tabel 2. Perhitungan dimensi antenna microstrip

Frequency of operation	2.35 GHz
Dielectric constant	4.4
Height of substrate	1.4 mm
Feeding Method	Coaxial feeding
Width of patch	3.88 cm
Length of patch	3.01 cm
Width of Ground Plane	4.74 cm
Length of Ground Plane	3.87 cm
Shorting Plate (perhitungan)	3.71 cm

Gambar dari perhitungan diatas dapat dilihat posisi dari shorting plate,memiliki ukuran antara $\frac{1}{4}, \frac{1}{2}$ dan *penuh* sehingga dalam simulasi nanti dibandingkan hasil yang terbaik diantara ketiganya.

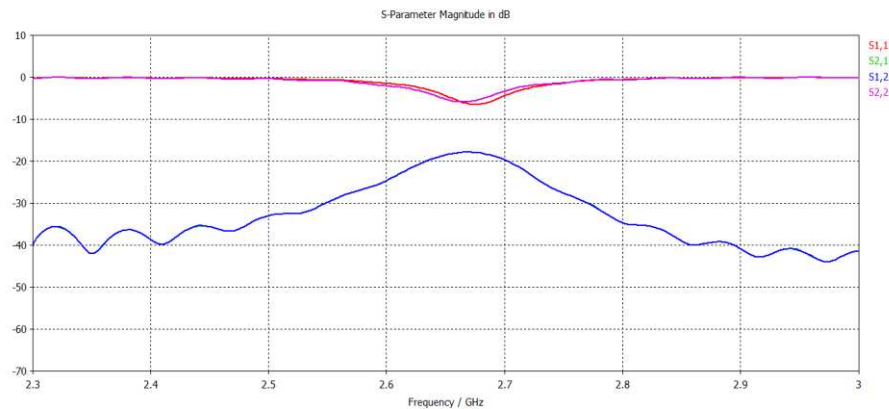


Gambar 2. Design dari antenna mikrostrip rectangular dengan PIFA

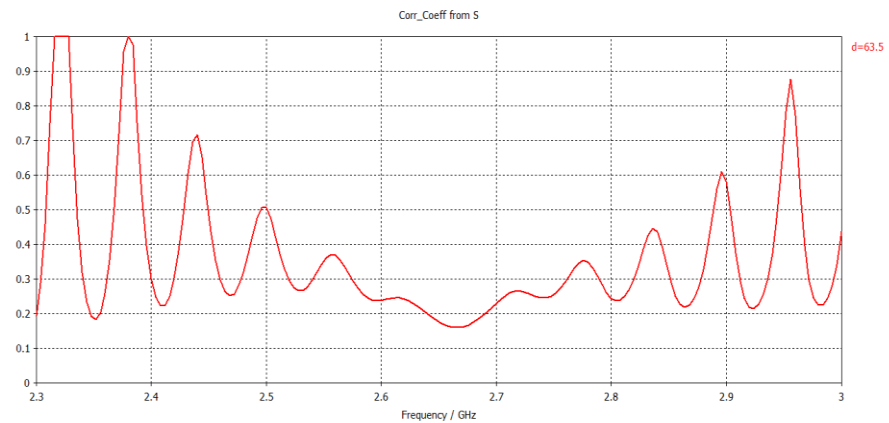
4. HASIL DAN DISKUSI

Pada simulasi dari prototipe antenna ini akan dicari adalah Cross Corelation dan Divesity Gain. Software yang digunakan untuk pemodelan dan simulasi antenna adalah CST 2010. Dengan mengkalkulasi serta menggambarkan *S* parameters , VSWR dan radiation patterns. Dengan parameter minimal coeффisien Corelation minimal 0,2 dan Diversity gain 8 dB, maka dapat diperhitungkan pengaruh shorting plate terhadap antenna. Shorting plate yang dibandingkan juga terhadap panjang gelombang yang digunakan untuk menghitung dimensi.

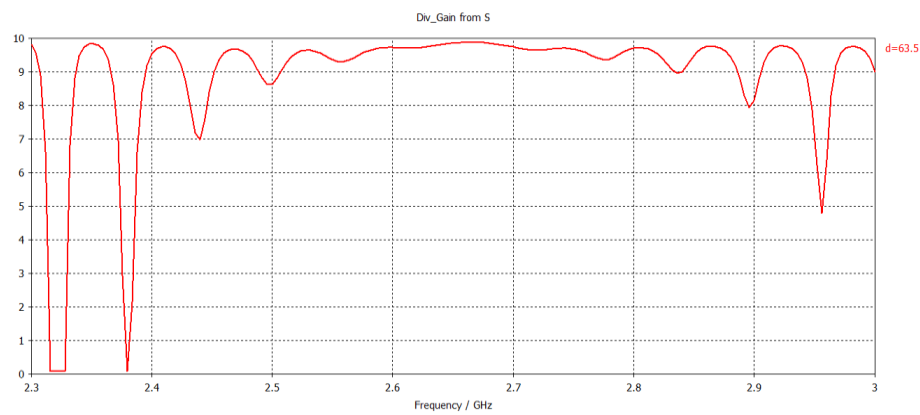
A.1 Simulasi panjang shorting plate= $\frac{\lambda}{4}$, dengan perhitungan dimensi menggunakan panjang gelombang $\frac{\lambda}{2}$



Gambar 3 S Parameter



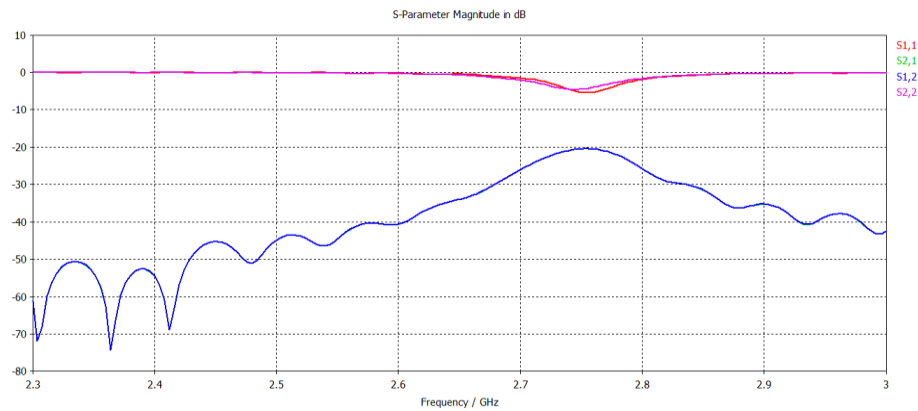
Gambar 4 Coefisien Corelation



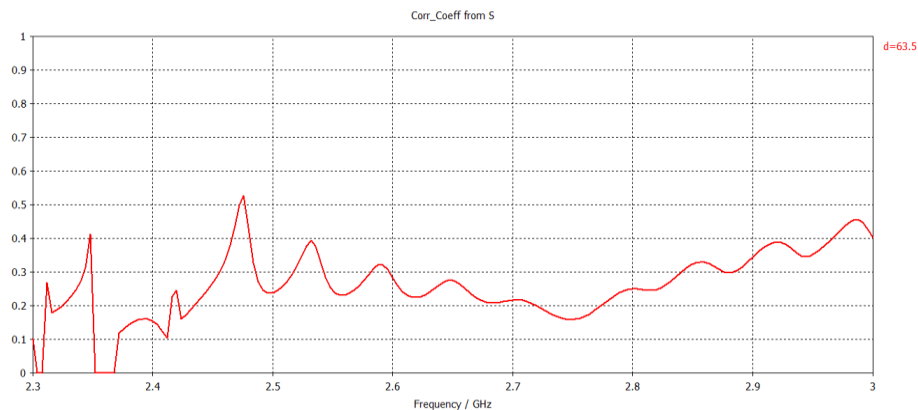
Gambar 5 Gain Diversity

Dari simulasi dengan skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{4}$ dan dimensi antenna dengan panjang $\frac{\lambda}{2}$, menunjukkan bahwa pada frekuensi 2300 MHz – 2400 MHz pada Gambar 4 dan Gambar 5 *coefficient correlation* variasinya masih diatas 0,2 dan nilai Gain Diversity belum stabil, sehingga belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

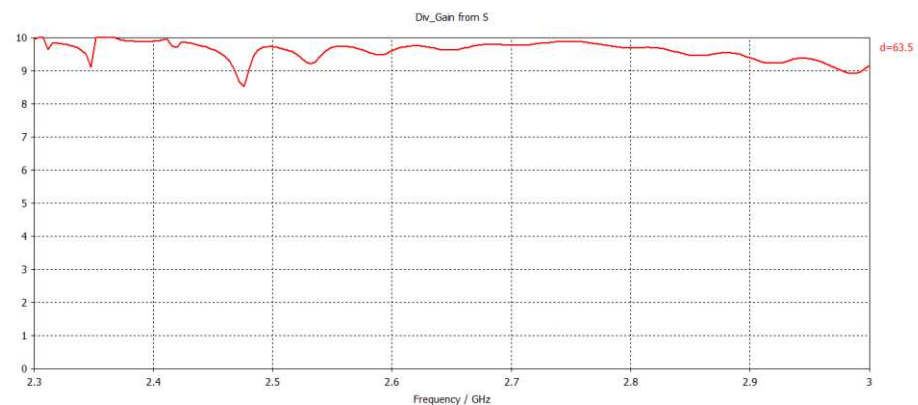
A.2 Simulasi shorting plate = $\frac{\lambda}{2}$, dengan perhitungan dimensi menggunakan panjang gelombang $\frac{\lambda}{2}$



Gambar 6 S Parameter



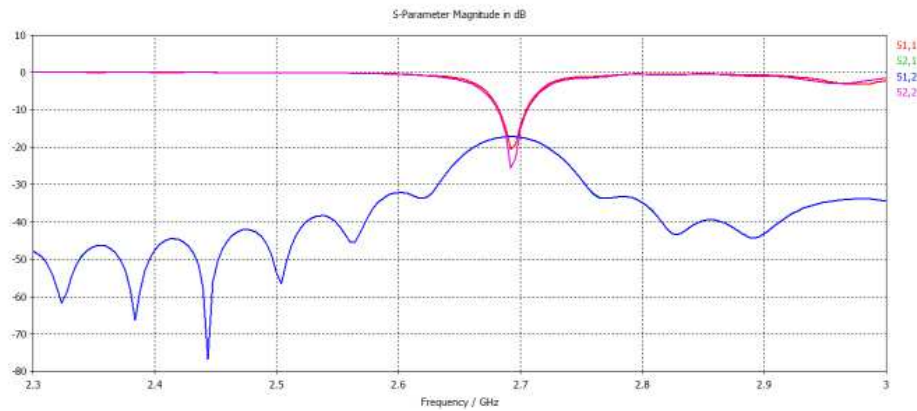
Gambar 7 Coeficien Correlation



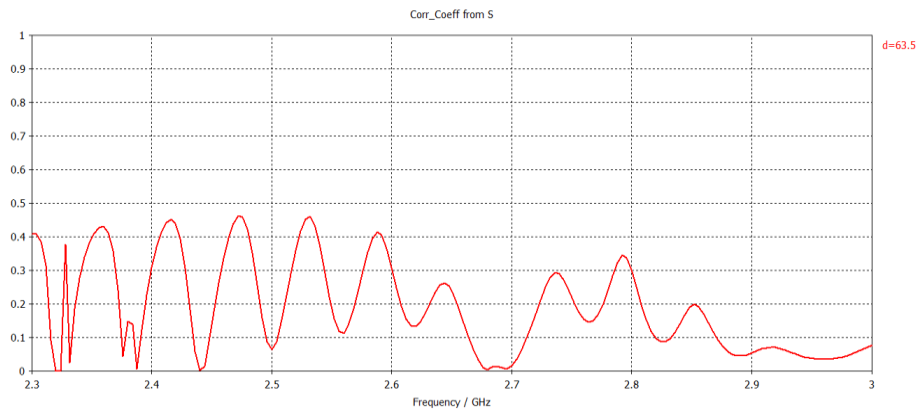
Gambar 8 Gain Diversity

Dari simulasi dengan skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{2}$ dan dimensi antenna dengan panjang $\frac{\lambda}{2}$, pada Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa frekuensi 2300 MHz – 2400 MHz *coefficient correlation* sudah mulai turun mendekati 0,2 namun grafik masih belum stabil .dan nilai Gain Diversity belum stabil,sehingga belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan

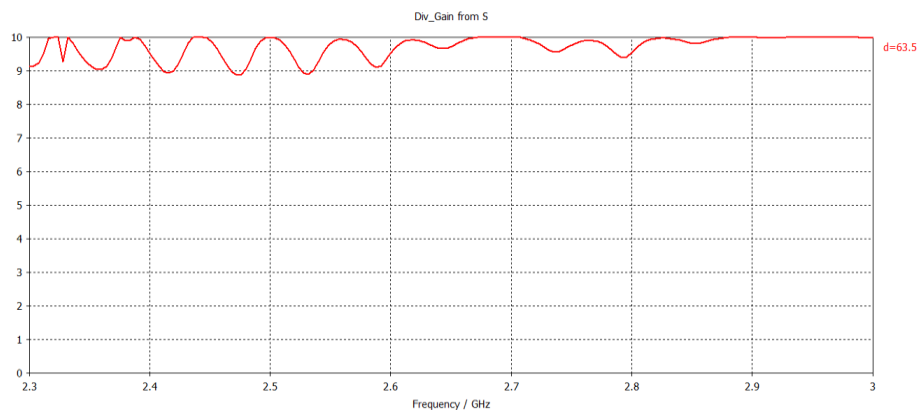
A.3 Simulasi shorting plate = full , dengan perhitungan dimensi menggunakan panjang gelombang $\frac{\lambda}{2}$



Gambar 9. S Parameter



Gambar 10. Coefisien Corelation



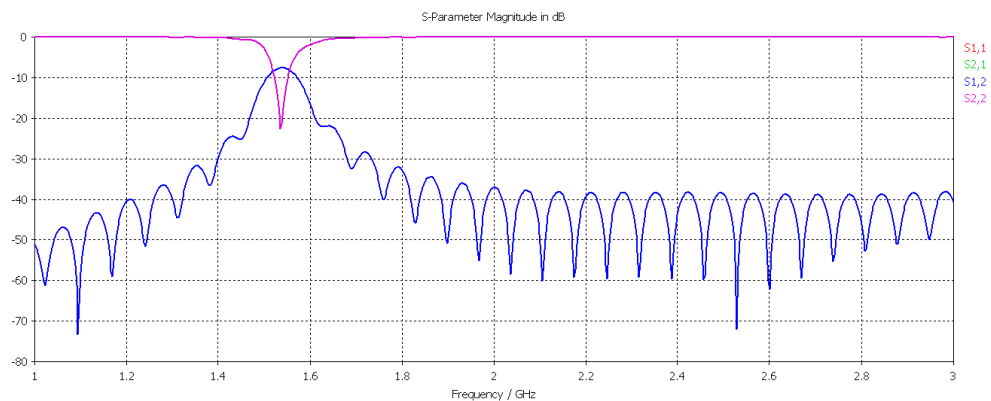
Gambar 11. Gain Diversity

Dari simulasi dengan skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{2}$ dan dimensi antenna dengan panjang **full** , menunjukkan bahwa pada Gambar 10 dan Gambar 11 frekuensi 2300 MHz – 2400 MHz *coefficient correlation* masih belum stabil dengan nilai maksimal 0,4 bahkan belum lebih baik dari skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{2}$ dan dimensi antenna dengan panjang $\frac{\lambda}{2}$ sehingga Gain Diversity belum stabil, skenario ketiga masih belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

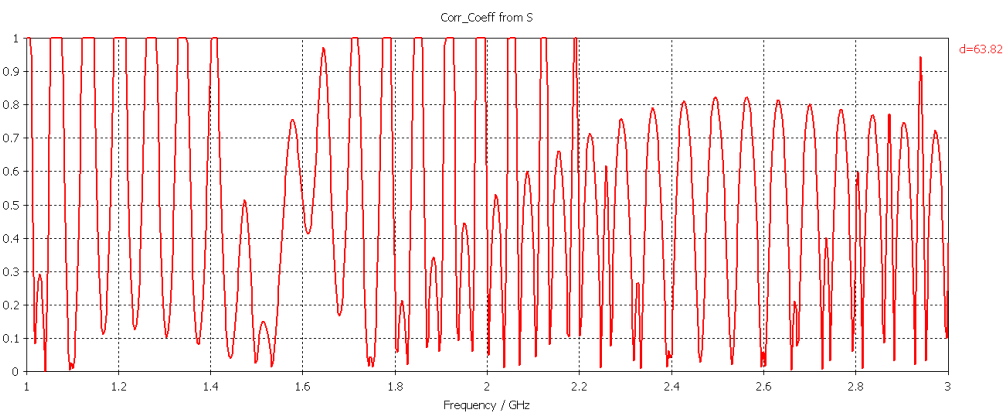
Dapat disimpulkan dari simulasi skenario yang dilakukan, dengan ukuran dimensi antenna $\frac{\lambda}{2}$ belum diperoleh hasil spesifikasi yang diharapkan.

Selanjutnya dilakukan simulasi dengan panjang gelombang $\frac{\lambda}{4}$ untuk menghitung dimensi antenna. Berikut hasil simulasi:

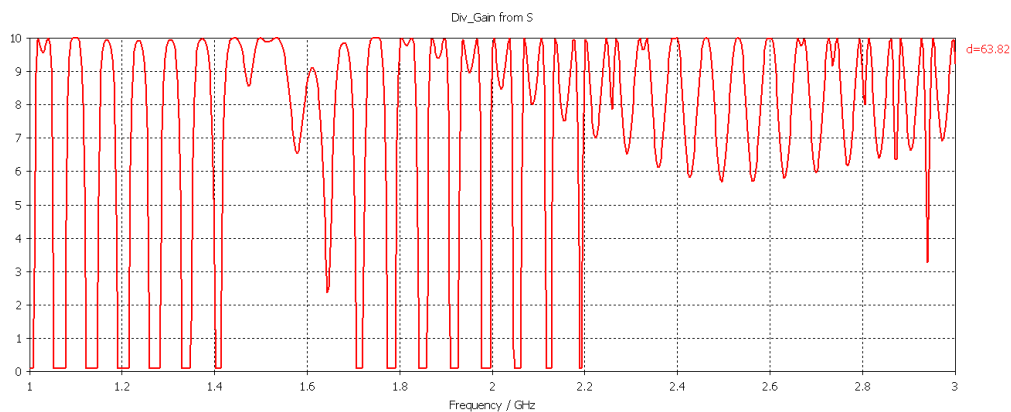
B.1 Simulasi panjang shorting plate = $\frac{\lambda}{4}$, dengan perhitungan dimensi menggunakan panjang gelombang $\frac{\lambda}{4}$



Gambar. S Parameter



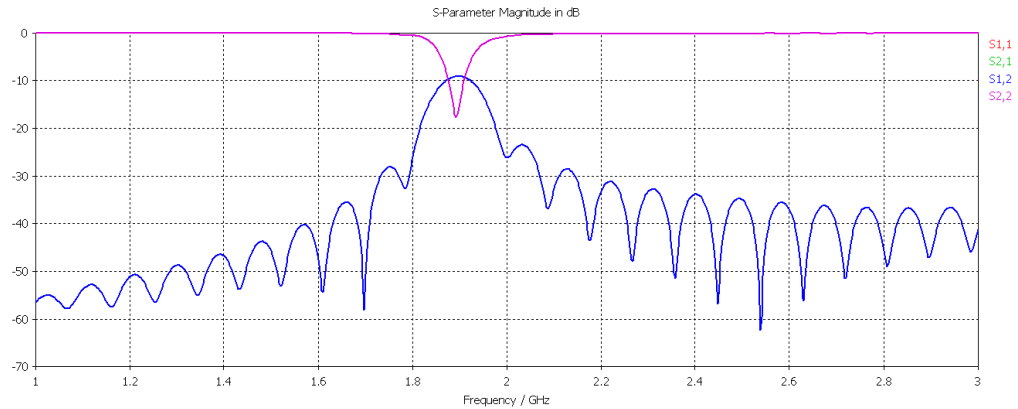
Gambar 13. Coefisien Corelation



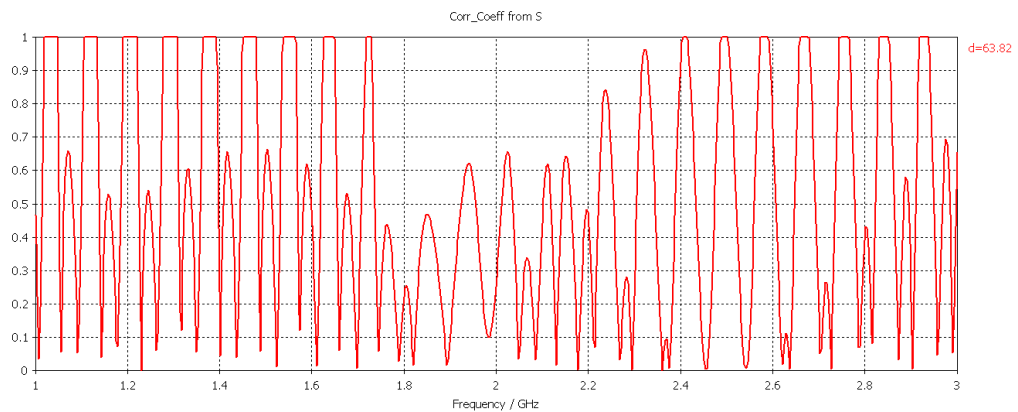
Gambar 14. Gain Diversity

Dari simulasi dengan skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{4}$ dan dimensi antenna dengan panjang $\frac{\lambda}{4}$, menunjukkan bahwa pada Gambar 13 dan Gambar 14 frekuensi 2300 MHz – 2400 MHz *coefficient correlation* variasinya masih diatas 0,2 dengan grafik yang kurang stabil dan nilai Gain Diversity belum stabil, sehingga belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

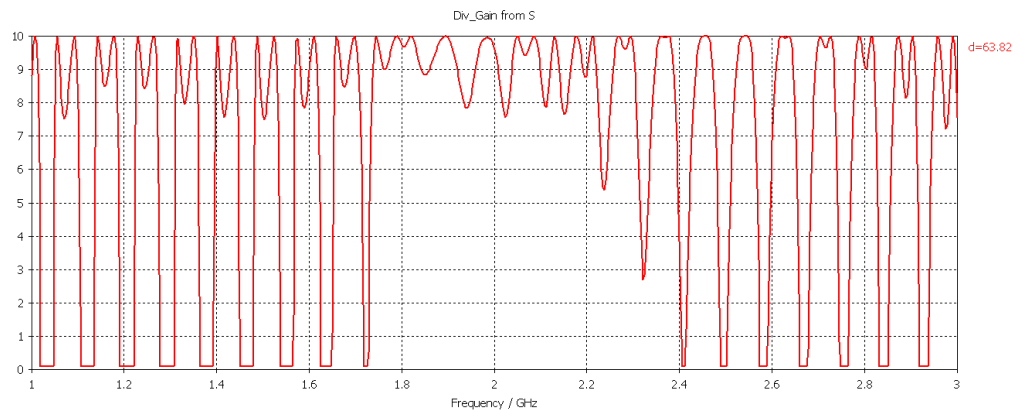
B.2 Simulasi panjang shorting plate $\frac{\lambda}{2}$, dengan perhitungan dimensi menggunakan panjang gelombang $\frac{\lambda}{4}$



Gambar 15. S Parameter



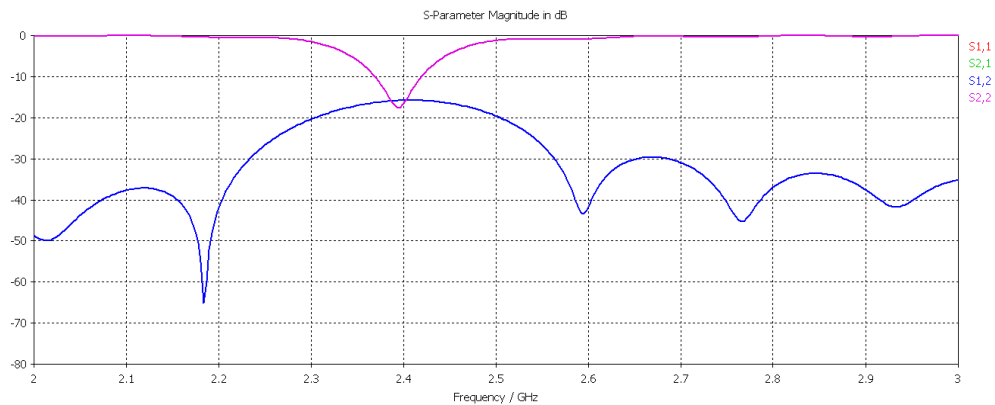
Gambar 16. Coefisien Correlation



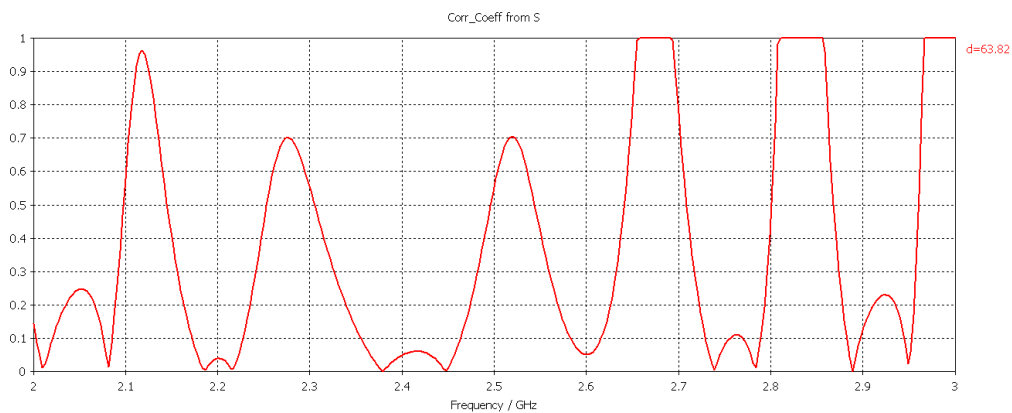
Gambar 17. Gain Diversity

Dari simulasi dengan skenario *Shorting plate* setengah dan dimensi antenna dengan panjang $\frac{\lambda}{4}$, menunjukkan bahwa pada Gambar 16 dan Gambar 17 frekuensi 2300 MHz – 2400 MHz *coefficient correlation* grafik mulai renggang menunjukkan semakin lebih baik walaupun belum mencapai 0,2 grafik belum stabil .dan nilai Gain Diversity belum stabil,sehingga belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

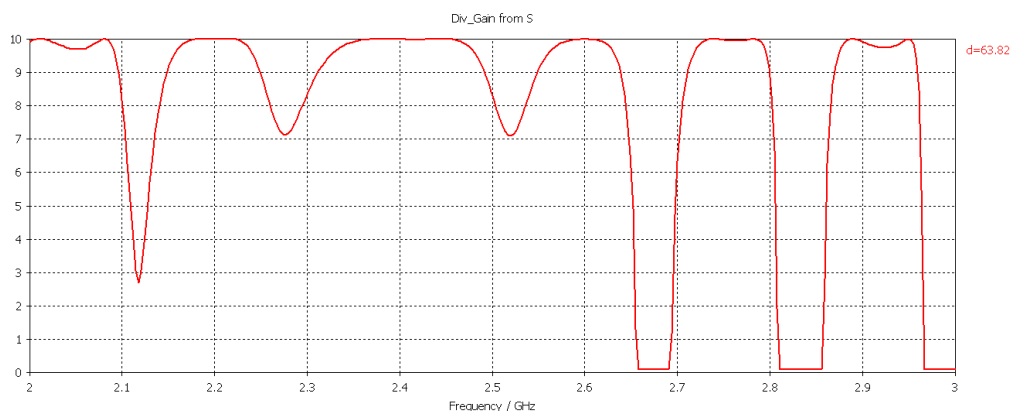
B.3 Simulasi panjang shorting plate= full, dengan perhitungan dimensi menggunakan panjang gelombang $\frac{\lambda}{4}$



Gambar 18. S Parameter



Gambar 19. Coefisien Corelation



Gambar 20. Gain Diversity

Dari simulasi dengan skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{4}$ dan dimensi antenna dengan panjang **full**, menunjukkan bahwa pada Gambar 19 dan Gambar 20 frekuensi 2300 MHz – 2400 MHz *coefficient correlation* masih belum stabil dengan nilai maksimal 0,4 bahkan belum lebih baik dari skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{2}$ dan dimensi antenna dengan panjang $\frac{\lambda}{2}$, namun memiliki kecenderungan grafik yang lebih baik yaitu setengah dari grafik berada di nilai 0,2 namun Gain Diversity belum stabil, skenario ke enam ini masih belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari simulasi diatas diantaranya adalah :

1. Semakin besar shortingplate maka hasilnya semakin bagus dan stabil, pada setiap pengujian dengan panjang gelombang yang berbeda.
2. Faktor yang menentukan koefisien korelasi adalah S21
3. Skenario enam sudah menunjukkan grafik yang lebih baik dengan setengah grafik stabil ke arah 0,2 namun perlu adanya optimasi selain mengubah panjang shorting plate.
4. Skenario *Shorting plate* sebesar $\frac{\lambda}{4}$ dan dimensi antenna dengan panjang **full** memiliki hasil yang baik namun perlu adanya optimasi selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Garg, I.J. Bahl, P. Bhartia and A. Ittipiboon, Microstrip antenna Design Hand Book, Artech House, Dedham, MA, 2000.
- [2] C.A. Balanis, Advanced Engineering Electromagnetics, John Wiley & sons, New york, 1989.
- [3] Robinson and Y. Rahmat-Samii, "Particle Swarm Optimization in Electromagnetic". *IEEE Transaction on antennas and propagation*, vol. 52, no. 2, pages 397-407, February 2004.
- [4] S. Blanch, J. Romeu, I. Corbella, "Exact presentation of antenna system diversity performance from input parameter description", *Electr. Lett.*, Vol. 39, no. 9, pp. 705-707, May 2003
- [5] S. Maci, G. Biffi Gentili, G. Avitabile, "Single-Layer Dual-Frequency Patch Antenna," *Electronics Letters*, 29, 16, August 1993.
- [6] <http://www.antenna-theory.com/antennas/patches/pifa.php>